

US 4373712

(51)

Int. Cl. 3:

B 65 H 5/02

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  PATENTAMT

Behörden

DE 29 23 148 A 1

(11)

Offenlegungsschrift 29 23 148

(21)

Aktenzeichen:

P 29 23 148.9-27

(22)

Anmeldetag:

7. 6. 79

(43)

Offenlegungstag:

11. 12. 80

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Transportvorrichtung für Blattgut

(71)

Anmelder:

GAO Gesellschaft für Automation und Organisation mbH, 8000 München

(72)

Erfinder:

Mitzel, Wilhelm, Dipl.-Ing., 8011 Neuheferloh

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 29 23 148 A 1

GAO
Gesellschaft für Automation
und Organisation mbH
Euckenstraße 12

8000 München 70

Transportvorrichtung für Blattgut

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Transportvorrichtung für Blattgut, wie Banknoten,
mit zwei getrennten, über Leit- bzw. Umlenkrollen unter-
schiedlichen Durchmessers geführten endlosen Förderrie-
mensystemen, die im Bereich der Förderstrecke parallel ge-
5 führt sind, wobei das vereinzelte Blattgut zwischen den
Riemen der beiden Systeme reibschlüssig gehalten und in
beliebiger Streckenführung von einem Eingabe- zu einem
Ausgabepunkt transportiert wird, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Umschlingungswinkel (α) der
10 Förderriemen (10, 12, 20, 22, 24) an allen Umlenkrollen
(16, 32, 34) der Förderstrecke abhängig von deren Durch-
messer so gewählt wird, daß das Blattgut (14) an allen
Umlenkrollen mit gleicher Geschwindigkeit transportiert
wird.

2. Transportvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e -
 k e n n z e i c h n e t , daß der Umschlingungswinkel
 (α) so gewählt wird, daß die prozentuale Verlangsamung
 (Zurücksetzung $Z_{\%}$) des Blattgutes gegenüber der neu-
 5 tralen Faser der treibenden Förderriemen beim Umlaufen
 der Umlenkrollen die Bedingung

$$Z_{\%} = \left[1 - \frac{r_i}{r_n} \right] \cdot 100 \cdot x(\alpha, d)$$

10 erfüllt, wobei

r_i = Abstand der Innenfaser zur Rollennachse,

r_n = Abstand der Neutralfaser zur Rollennachse und

15 x = eine experimentell zu ermittelnde Funktion von α
 (Umschlingungswinkel) und d (Rollendurchmesser)

bedeuten, die für einen gegebenen Durchmesser (d) die Ab-
 weichung der tatsächlichen Zurücksetzung des Blattgutes
 20 zur theoretisch erwarteten Abweichung in Abhängigkeit vom
 Umschlingungswinkel (α) darstellt.

3. Transportvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch g e -
 k e n n z e i c h n e t , daß die Geschwindigkeit des
 25 Blattgutes (14) im System auf die Geschwindigkeit des
 Blattgutes (14) beim Umlaufen der Umlenkrolle größten
 Durchmessers mit maximaler Umschlingung (Rollen 32) ein-
 gestellt ist.

4. Transportvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Förderriemen (10,
12, 20, 22, 24) elastische Rundriemen sind und die Um-
lenkrollen (16) den Riemen zugeordnete Nuten (18) auf-
weisen, in welche die jeweils zwischen dem Blattgut (14)
und der Rolle (16) laufenden Riemen (20, 22, 24) voll-
ständig eintauchen.
5. Transportvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4,
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Abstand
benachbarter Umlenk- und Leitrollen (32, 34) so bemes-
sen ist, daß das Blattgut sich ständig in wenigstens
einer Umschlingungsführung befindet.
6. Transportvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5,
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß im wesentli-
chen alle Umlenk- und Leitrollen (32, 34) gleichsinnig
umschlungen werden.
7. Transportvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die außen laufenden Rie-
men (10, 12) um den Betrag der Zurücksetzung $Z[\%]$ schnel-
ler und die innen laufenden Riemen (20, 22, 24) um den
Betrag der Zurücksetzung $Z[\%]$ langsamer angetrieben werden
als die Sollgeschwindigkeit des Blattgutes, wobei $Z[\%]$ der
tatsächlichen Zurücksetzung des Blattgutes gegenüber der
neutralen Faser eines außen laufenden Riemens entspricht.
8. Transportvorrichtung nach einem der vorgenannten An-
sprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die
innen laufenden Riemen (20, 22, 24) durch Leitplatten (40)
ersetzt werden.
9. Transportvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Leitplatten aus op-
tisch durchsichtigem Material sind.

Die Erfindung betrifft eine Transportvorrichtung für Blattgut mit zwei getrennten, über Leit- bzw. Umlenkrollen geführten endlosen Förderriemensystemen, die im Bereich der Förderstrecke parallel geführt sind, wobei das vereinzelte Blattgut zwischen den Riemen der beiden Systeme reibschlüssig gehalten und in beliebiger Streckenführung von einem Eingabe- zu einem Ausgabepunkt transportiert wird.

Derartige Transportvorrichtungen werden beispielsweise bei der automatischen Banknotenbearbeitung eingesetzt. Die Vorrichtung nimmt die von einem Stapel vereinzelt Banknoten nacheinander auf, führt sie an Prüfstationen vorbei und leitet sie schließlich abhängig von dem Prüfergebnis entsprechenden Zielorten zu. Derartige Transportvorrichtungen müssen ihrem Anwendungszweck gemäß hohen Anforderungen genügen. Sie müssen beispielsweise Banknoten unterschiedlicher Größe, Qualität und unterschiedlichen Zustandes einwandfrei transportieren, ohne daß dabei der Zustand der Banknoten verschlechtert wird. Das bedeutet eine hohe Geschwindigkeitskonstanz, minimaler Schräglauf, eine minimale Flatterbewegung und eine Unterdrückung des statistischen Schlupfes, d. h. einer statistisch verteilten Zurücksetzung der Banknoten gegenüber dem treibenden Riemensystem infolge systemimmanenter oder äußerer Einflüsse.

...

030050/0432

Aus der US-PS 20 76 493 ist bereits eine Transportvorrichtung bekannt, bei der das Blattgut, beispielsweise Belege, zwischen zwei Flachriemen gehalten wird, die in einer Führungsrinne mit seitlich hochstehenden Flanken laufen. Da die Riemen einen großen Teil der Fläche des geförderten Blattgutes bedecken, ist deren Prüfung stark eingeschränkt. Flachriemensysteme sind darüberhinaus auch insofern nachteilig, als ein Auswechseln der Riemen nur unter Schwierigkeiten möglich ist. Durch die seitlichen Flanken der Führungsrinne, die der Zentrierung des Riemens dienen, kann eine Beschädigung des an den Flanken schleifenden Blattgutes nicht ausgeschlossen werden.

Aus der DE-AS 21 55 328 ist eine Transportvorrichtung bekannt, bei der das Blattgut zwischen zwei Flachriemen gehalten wird, wobei die Umlenkrollen jeweils ballig ausgeführt sind. Durch diese Profilierung soll eine Versteifung und bessere Mitnahmekraft erzielt sowie ein Ablaufen der Riemen von den Umlenkrollen vermieden werden. Die Herstellung balliger Walzen ist jedoch aufwendig und die Mitnahmekraft der gewölbten Flachriemen bei Vorliegen von lappigem bzw. nicht steifem Blattgut ungenügend.

Aus der DE-OS 26 55 580 ist schließlich eine Transportvorrichtung bekannt, bei welcher die Banknoten zwischen Rund-

...

030050/0432

riemenpaaren eingeklemmt gefördert werden. Dabei greifen die Riemenpaare geringfügig ineinander und prägen den Banknoten ein welliges Profil auf, das, eine gewisse Steifheit des Blattgutes vorausgesetzt, verbesserte Mitnahmekräfte ergibt. Die Verwendung von Rundriemen hat den Vorteil, daß nur ein kleiner Teil der Fläche der Banknoten abgedeckt ist und damit eine nahezu uneingeschränkte beidseitige Prüfung der Banknote möglich wird. Rundriemen lassen sich darüberhinaus leicht und ohne Schwierigkeiten ersetzen. Ein entscheidender Nachteil dieser Vorrichtung besteht jedoch darin, daß die Mitnahmekräfte bei lappigem Transportgut, also beispielsweise stark abgenutzten Banknoten, nur ungenügend sind. Dies führt zu Stockungen bei Reibung mit fest stehenden Teilen, zu einem vergrößerten statistischen Schlupfbereich und zum Schräglauf.

Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß wegen der für einen Teil der Riemen jeweils wirksam werdenden Rolleneinstiche die einzelnen Riemen auf unterschiedlichen Radien der Umlenkrollen laufen und daher mit verschiedenen Geschwindigkeiten angetrieben werden. Es wurde festgestellt, daß die Banknoten beim Umlaufen einer Umlenkrolle die Geschwindigkeit der Innenfaser der betreffenden Transportriemen, mit welchen die Banknoten gegen die Rollen gedrückt werden, annehmen und so im Umschlingungsbereich gegenüber der geraden Strecke verzögert werden. Nach Verlassen der Umschlingungsführung gleichen die Banknoten ihre Geschwindigkeit der freien Strecke der Transportriemen wieder an. Dies führt fortwährend zu Stauchungen bzw. Streckungen der Banknoten. Da auf geraden

030050/0432

...

Strecken beide Riemenpaare am Transport der Banknote beteiligt sind, nimmt diese bei unterschiedlichen Riemengeschwindigkeiten eine undefinierte Geschwindigkeit an. Gemeinsam mit den ungenügenden Mitnahmekräften führen die örtlich unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu einem mehr oder weniger großen, statistisch verteilten Schlupf im Transport der Banknoten. Dieser nicht kontrollierbare Schlupf ist insofern nachteilig, als eine am Ende der Transportvorrichtung angeordnete Stapelvorrichtung mit dem ursprünglichen Taktabstand der Banknoten synchronisiert ist, der nun durch den auftretenden Schlupf verändert wird, was zu einer Störung und sogar zu einem Blockieren des Abstapelns führen kann. Außerdem ist es sehr leicht möglich, daß die Banknoten aufeinander auflaufen, so daß Prüf- bzw. Weichenfunktionen nicht mehr durchführbar sind.

Zur Verhinderung des Schlupfes wurde bereits vorgeschlagen, zwischen zwei endlosen Förderbändern die Förderbänder in einem Zick-Zack-Weg zwischen entsprechend eng zusammenliegenden Umlenkrollen zu führen. Aufgrund der Umschlingungsführung wirken auf das Transportgut an den Umschlingungspunkten hohe Mitnahmekräfte. Diese Führungen werden jedoch als nachteilig angesehen, da verhältnismäßig viel den Zick-Zack-Weg formende Leitrollen vorzusehen sind. Große Teile der Transportstrecke werden beiseitig abgedeckt, was im Hinblick auf die Anbringung von Prüfeinrichtungen nachteilig ist.

Aus alledem ergibt sich, daß eine Transportvorrichtung für dünnes Blattgut, wie beispielsweise Banknoten, im wesentlichen zwei Bedingungen genügen sollte. Einerseits muß das Transportgut größtenteils frei zugänglich sein, damit eine großflächige Prüfung der Banknoten möglich ist. Aus dieser Bedingung ergibt sich die Verwendung schmaler Förderriemen, die leicht zu führen und zu handhaben sind. Andererseits müssen die Banknoten mit möglichst hohen Mitnahmekräften geführt werden, was die Anwendung einer Umschlingungsführung nahelegt. Der konsequenten Anwendung dieser Bedingungen stehen jedoch folgende Schwierigkeiten entgegen.

Ein eine Leitrolle umschlingender Riemen wird während der Umschlingung bezüglich seiner Innenfaser, d. h. der an der Rolle anliegenden Faser, gegenüber der Riemennormalfaser, die in der Seelenachse liegt, verzögert. Daher wird auch das Transportgut relativ zur Riemen-Normalgeschwindigkeit verzögert, es wird gegenüber dem antreibenden Riemen zurückgesetzt. Diese theoretische Verzögerung ist abhängig vom Verhältnis der Radien von Riemen und Leitrolle und kann berechnet werden. Folgen nun mehrere Rollen unterschiedlichen Durchmessers aufeinander, was wegen der großen, den Taktabstand bestimmenden Vereinzlerwalze und den kleineren Transportwalzen, die große Prüfzwischenräume zu lassen, nötig ist, erfährt eine die Umschlingungsbereiche dieser Rollen durchlaufende Banknote unterschiedliche Verzögerungen. Es kommt zu einem Stauchen oder Dehnen der Bank-

note, das zum Falten bzw. Zerreißen führen kann. Vergrößert man die Abstände zwischen den Umlenkrollen, so daß die Banknote nach jeder Umschlingung zunächst ein freies Streckenstück zurücklegt, verliert man die Vorteile der Umschlingungsführung, da die Banknote in dem freien Streckenstück irgendeine zwischen den unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Riemen liegende Geschwindigkeit annimmt, was zu einem unkontrollierten Schlupf führt.

Auch die Verwendung von Leitrollen gleichen Durchmessers, also mit gleicher theoretischer Verzögerung der Riemeninnenfaser gegenüber der Riemennormalfaser, stellt keine Lösung dieses Problems dar, da, wie festgestellt wurde, die tatsächliche Verzögerung an den Leitrollen den theoretischen Werten nicht entspricht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Transportvorrichtung der eingangs bezeichneten Art zu schaffen, in der das Blattgut mit hohen Mitnahmekräften geführt wird und der sogenannte statistische Schlupf eliminiert wird, d. h. der ursprüngliche Taktabstand bis zum Ende der Transportstrecke aufrechterhalten bleibt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Umschlingungswinkel der Förderriemen an allen Umlenkrollen der Förderstrecke abhängig von deren Durchmesser so gewählt wird, daß das Blattgut an allen Umlenkrollen mit immer gleicher Geschwindigkeit transportiert wird.

Entgegen der theoretischen Betrachtung wurde nämlich gefunden, daß die Verzögerung der Riemeninnenfaser, d. h. der unmittelbar auf der Rollenoberfläche laufenden Faser, welche die Geschwindigkeit des Blattgutes bestimmt, gegenüber der Riemennormalfaser auch vom Umschlingungswinkel der entsprechenden Umlenkrolle abhängt. Durch die Wahl des Umschlingungswinkels hat man daher die Möglichkeit, den theoretisch an einer Umlenkrolle bestimmten Durchmessers zu erwartende Verzögerung so zu korrigieren, daß sie für alle Umlenkrollen den gleichen Wert bekommt.

Bezüglich der Abhängigkeit der Zurücksetzung vom jeweiligen Umschlingungswinkel hat sich gezeigt, daß die tatsächlich vorliegende Zurücksetzung bzw. Verzögerung des Transportgutes gegenüber der neutralen Faser des Transportriemens für einen gegebenen Rollendurchmesser vom Wert Null, d. h. keine Verzögerung gegenüber der neutralen Faser des Transportriemens, bei einem Umschlingungswinkel von $\alpha = 0$ allmählich bei steigendem Umschlingungswinkel auf einen Sättigungswert ansteigt. Der Sättigungswert ist in etwa dem Durchmesser der Umlenkrolle umgekehrt proportional. Zur Bestimmung der Umschlingungswinkel an den einzelnen Rollen wird nun vorteilhaft so verfahren, daß zunächst bei der Rolle mit dem größten Durchmesser der Sättigungswert der Verzögerung ermittelt wird bzw. derjenige Umschlingungswinkel (Sättigungswinkel), oberhalb dessen die Verzögerung konstant ist. Daraufhin wird dann der Umschlin-

gungswinkel der Rolle kleineren Durchmessers so gewählt, daß sich ein Verzögerungswert ergibt, der dem zuvor ermittelten Sättigungswert entspricht. Das genannte Verfahren ist insofern vorteilhaft, als die Umschlingung der Umlenkrolle größten Durchmessers oberhalb des Sättigungswinkels beliebig gewählt werden kann, ohne daß dadurch die Verzögerung an dieser Rolle verändert wird. Die Streckenführung innerhalb der Transportvorrichtung kann durch diese Maßnahme sehr variabel gestaltet werden.

In weiterer Ausbildung der Erfindung sind die Förderriemen elastische Rundriemen. Die Umlenkrollen weisen den Riemen zugeordnete Nuten auf, in welche die jeweils zwischen Blattgut und Rolle laufende Riemen vollständig eintauchen. Die in den Nuten laufenden Riemen haben auf die Geschwindigkeit des Blattgutes keinen Einfluß. Sie dienen lediglich dem Abstützen des Blattgutes zwischen den einzelnen Umlenkrollen. Dieses Abstützen kann auch durch eine zwischen den einzelnen Umlenkrollen liegende glatte Leitplatte erzielt werden, welche z. B. aus Glas, die gesamte Banknotenbreite für optische Prüfungen zugänglich macht. Die außen laufenden Riemen, d. h. diejenigen Riemen, mit denen das Blattgut gegen die Rolle gepreßt wird, bestimmen allein die Geschwindigkeit des Blattgutes.

Vorteilhaft wird der Abstand benachbarter Umlenkrollen so bemessen, daß das Blattgut sich ständig in wenigstens einer Umschlingungsführung befindet. Damit wird an den Umschlingungspunkten eine Zwangsführung mit hohen Mitnahmekräften erreicht.

Zwischen den Klemmpunkten ist die auf das Blattgut wirkende Mitnahmekraft um ein Vielfaches geringer, so daß hier unterschiedliche Riemengeschwindigkeiten für den Transport des Blattgutes unbedeutend sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden alle Umlenkrollen gleichsinnig umschlungen. Da durch diese Maßnahme alle Umlenkrollen auf der gleichen Seite des Riemensystems angeordnet sind, ergibt sich der Vorteil, daß genügend Platz zur Anbringung von Prüfgeräten zur Verfügung steht.

Nachfolgend werden die Erfindung und ein Ausführungsbeispiel anhand der beigefügten Zeichnung genauer beschrieben. Darin zeigen:

- Fig. 1 die Draufsicht auf eine Umlenkrolle mit einer die Umlenkrolle in Umschlingungsführung passierenden Banknote,
- Fig. 2 eine Vorderansicht der Umlenkrolle,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Umlenkrolle,
- Fig. 4a, 4b die Umschlingung einer Rolle mit einem Riemen zur Darstellung der Zurücksetzung,
- Fig. 5 die Abhängigkeit der Zurücksetzung Z [%] vom Durchmesser der Rolle d [mm] für den theoretischen und praktischen Fall,

- Fig. 6 die Abhängigkeit der Zurücksetzung Z_{R} vom Umschlingungswinkel α für Rollen mit $d = 40$ und $d = 80$ mm Durchmesser,
- Fig. 7 die Umschlingung einer Rolle mit einem Riemen und eingezeichneten Stauchungs- und Dehnungszonen,
- Fig. 8 die Schemaskizze einer Transportstrecke mit Umschlingungsführung gemäß der Erfindung,
- Fig. 9 einen Ausschnitt aus der in Fig. 8 gezeigten Anordnung und
- Fig. 10 die in Fig. 9 gezeigte Anordnung, wobei die innen laufenden Riemen durch Leitplatten ersetzt sind.

Das Schema einer Umschlingungsführung ist in den Fig. 1 - 3 dargestellt. Zwei außenlaufende Förderriemen 10, 12 pressen eine Banknote 14 gegen die Oberfläche einer Umlenkrolle 16. In die Oberfläche der Rolle 16 sind Nuten 18 eingestochen, in welche die innenlaufenden Riemen 20, 22, 24 vollständig eintauchen. Durch die Umschlingungspressung der außenlaufenden Riemen 10, 12 wird die Reibung zwischen Banknote 14 und Rolle 16 sowie zwischen der Banknote 14 und den Riemen erhöht. Die umschlingenden Riemen bestimmen dabei die Geschwindigkeit der Banknote, während die eintauchenden Riemen nur eine Stützwirkung auf die Banknoten ausüben. Die Mitnahmekräfte, die in dieser Klemmung auf die Banknote wirken, hängen von dem Umschlingungswinkel, der Riemenspannung, Riemenzahl, Walzendurchmesser, dem Reibungskoeffizienten zwischen Rie-

...

men und Banknote und dem Reibungskoeffizienten zwischen Banknote und Walze ab. Bei der in Fig. 3 gezeigten zweifachen Umschlingung beträgt die Mitnahmekraft, abhängig von der Qualität der Banknote, beispielsweise zwischen 80 und 100 p. Diese Werte wurden bei einem Umschlingungswinkel $\alpha = 2,5^\circ$, einer Riemenspannung von 700 p, einem Riemen-durchmesser von 3 mm, einem Walzendurchmesser von 40 mm und einer Nuttiefe von ebenfalls 3 mm gemessen. Zum Vergleich beträgt die Mitnahmekraft einer sogenannten Wellkartonführung, d. h. einer Führung, bei der die Banknote durch verzahnt angeordnete Riemen längs profiliert gehalten wird, nur einige p.

Das Geschwindigkeitsverhalten der Banknote in einer Umschlingung wird anschließend im Bezug auf die Fig. 4a, 4b näher erläutert. Dabei ist nur der die Geschwindigkeit der Banknote bestimmende, auf der Oberfläche der Rolle liegende Transportriemen eingezeichnet.

Ein eine Rolle 16 umschlingender Riemen 10 mit der Riemen-Normalgeschwindigkeit V_{RN} treibt diese theoretisch mit der Geschwindigkeit der Innenfaser V_{RI} an. Diese Geschwindigkeit nimmt auch eine zwischen Riemen 10 und der Oberfläche der Rolle 16 liegende Banknote 14 an (V_{BN}).

...

Daher gilt theoretisch:

$$V_{RI} - \frac{r_i}{r_n} \cdot V_{RN} = V_{BN}$$

V_{RI} ist also stets kleiner als V_{RN} und zwar im Verhältnis der Radien Innenfaser/Neutralfaser. Für einen Riemen mit 3 mm Durchmesser, der um eine Rolle von 40 mm Durchmesser geschlungen ist, bedeutet dies einen Geschwindigkeitsunterschied von 7 %. Bei einer Rolle von 80 mm beträgt der Geschwindigkeitsunterschied 3,6 %. Außerhalb der Umschlingung gilt:

$$V_{RI} = V_{RN}$$

Durch die gegenüber der Neutralfaser verlangsamte Transportgeschwindigkeit der Banknote wird diese während des Durchlaufs durch den Umschlingungsbereich um die Wegstrecke Δs zurückgesetzt.

Zur Demonstration der Zurücksetzung der Banknote um die Wegstrecke Δs zeigt Fig. 4a eine unmittelbar vor dem Einlauf befindliche Banknote, während die Fig. 4b eine Situation darstellt, bei der die Banknote den Umschlingungsbereich schon teilweise durchlaufen hat. Δs ist nun die Wegdifferenz zwischen der Vorderkante der den Umschlingungsbereich durchlaufenden Banknote und einem Markierungspunkt "p" auf dem Transportriemen, der vor Einlauf der Banknote mit der

Vorderkante der Note zusammenfiel. Wird die Wegdifferenz auf eine vorgegebene Laufstrecke "S" bezogen, ergibt sich für die prozentuale Zurücksetzung:

$$Z[\%] = \frac{\Delta s}{S} \cdot 100 = \left[1 - \frac{r_i}{r_n} \right] \cdot 100$$

In der Fig. 5 ist die Beziehung grafisch dargestellt. Auf der Abszisse ist der Durchmesser der Walze in Millimeter, auf der Ordinate die Zurücksetzung "Z" in Prozent aufgetragen. Der Riemendurchmesser sei auf 3 mm festgelegt.

Wie sich zeigt, ist die Zurücksetzung "Z" theoretisch nur vom Verhältnis der Radien Walze/Riemen und damit in diesem Fall vom Walzendurchmesser abhängig.

Die Praxis zeigt nun jedoch, daß die tatsächliche Zurücksetzung auch vom Umschlingungswinkel des Riemens um die Walze abhängt. Die tatsächliche Abhängigkeit der Zurücksetzung "Z" ist, experimentell ermittelt, für verschiedene Umschlingungswinkel α in Abhängigkeit vom Walzendurchmesser zusätzlich in der Fig. 5 eingetragen. Wie man erkennt, nähert sich der praktische Wert oberhalb eines Umschlingungswinkels von etwa 50° abhängig vom Walzendurchmesser allmählich dem theoretischen Wert. Bei kleinen Umschlingungswinkeln und ebenfalls kleinen Rollendurchmessern weicht der praktische

...

Wert erheblich vom theoretischen Wert ab.

Dieses Verhalten kann mathematisch durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt werden, der vom Walzendurchmesser und vom Umschlingungswinkel abhängig ist. Damit ergibt sich dann die neue Beziehung:

$$z [\%] = \left[1 - \frac{r_i}{r_n} \right] \cdot 100 \cdot x (\alpha, d)$$

Das abweichende Verhalten des praktischen Wertes vom theoretischen Wert ist vermutlich durch die inhomogenen Stauungszonen beim Übergang eines geraden Riementrums in einen gebogenen Trum zu erklären. Wie dazu Fig. 7 zeigt, ist der Riemen im Außenbereich 26 gedehnt und im Innenbereich 28 gestaucht. Diese Zonen geänderten Spannungszustandes gehen nicht plötzlich, sondern allmählich in den homogenen Spannungszustand über, welche durch die jeweilige Riemenkrümmung vorgegeben ist. Da die durchrollende Banknote zum umschlingenden Riemen relativ unelastisch ist, nimmt sie eine Zwischengeschwindigkeit an. Beim Einlaufen in die Umschlingungszone wird die Banknote gestaucht, bis zum Mittelbereich der Umschlingung ist also ein Bestreben vorhanden, die Banknote zu knittern, beim Auslauf ein Vorwärtszug zum Entknittern. Nur ein Teil der Spannung wird von der Banknote elastisch aufgenommen, weshalb der theoretische Verzögerungswert nicht voll erreicht wird.

Für die Konzeption von Transportstrecken im Sinne der Erfindung ist es zweckmäßiger, die Zurücksetzung "Z" direkt in Abhängigkeit vom Umschlingungswinkel " α " aufzutragen und zwar mit den für die Transportstrecke infrage kommenden Walzendurchmessern als Parameter. Diese Abhängigkeit zeigt die Fig. 6, wobei die Walzendurchmesser $d = 80$ mm und $d = 40$ mm gewählt wurden. Die Kurven können aus der Fig. 5 abgeleitet werden. Sie lassen sich natürlich auch direkt experimentell ermitteln, wie das später noch erläutert wird. Die Auswahl der Umschlingungswinkel der einzelnen Umlenk- bzw. Leitrollen 16 wird nun so vorgenommen, daß zunächst die generell einzustellende Zurücksetzung für die größte verwendete Umlenkrolle, wie im gezeigten Beispiel eine Rolle von 80 mm Durchmesser, gewählt wird. Wie man der Fig. entnehmen kann, steigt die Zurücksetzung (80 mm Rolle) vom Wert bei einem Winkel von $\alpha = 0$ allmählich auf einen Sättigungswert an, der etwa für einen Winkel von $\alpha \geq 30^\circ$ erreicht wird. Die Grenzzurücksetzung beträgt dabei etwa 3,5 %. Um die gleiche Verzögerung bei einer Walze kleineren Durchmessers, beispielsweise bei einer Walze von $d = 40$ mm Durchmesser zu erreichen, muß lediglich der Ordinatenwert der zugehörigen Kurve von 3,5 % auf die Abszisse heruntergelotet werden, was ein Umschlingungswinkel von $\alpha = 14^\circ$ ergibt. Die zeichnerische Lösung ist in der Fig. 7 angedeutet.

...

In der Transportvorrichtung können dementsprechend Umlenkrollen von 80 mm Durchmesser verwendet werden, deren Umschlingungswinkel von 30° aufwärts jede beliebige Größe aufweisen können. Die in das System integrierten Umlenk- oder Leitrollen mit 40 mm Durchmesser müssen dagegen jeweils eine Umschlingung von 14° haben. Damit ergibt sich durchgehend und gleichmäßig eine Zurücksetzung "Z" von 3,5% gegenüber der neutralen Faser der außenlaufenden Riemen. Die Banknote wird mit konstanter Geschwindigkeit durch das gesamte System gefördert. Es tritt weder ein Stauchen noch ein Dehnen auf und die Abstapelvorrichtung am Ende der Transportstrecke kann exakt auf den Vereinzelungstakt der Banknoten eingestellt werden.

In Fig. 8 ist die Streckenführung einer Transportvorrichtung in einer Maschine zur Banknotensortierung dargestellt. Ausgehend von einer Eingabeeinrichtung 30 laufen die vereinzelt Banknoten über eine Reihe von Antriebs- und Umlenkrollen 32, 34 an den Prüfstationen 36 entlang zu den Staplereinheiten 38. Die Rollen 32 haben einen Durchmesser von 80 mm und erlauben beliebig große Richtungsänderungen oberhalb der Sättigungs-Umschlingung. Die Umschlingung an den kleineren Rollen 34 ist, wie oben gezeigt, abhängig von der Sättigungsumschlingung der großen Rollen definiert einzuhalten. Unter diesen Randbedingungen ergibt sich ein völlig

...

030050/0432

neuartiger bogenförmiger Streckenverlauf. Die Banknote wird über die gesamte Strecke mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben.

Wie die Fig. 9 zeigt, wird bei einem solchen Streckenverlauf, bei dem ein Riemensystem ständig außen und ein anderes ständig innen läuft, der Außenriemen abhängig von der gefundenen und für beide Rollendurchmesser gleichen Zurücksetzung von 3,5 % auch mit einer um 3,5 % erhöhten Geschwindigkeit und der Innenriemen mit einer um 3,5 % verlangsamten Geschwindigkeit angetrieben. Dies ergibt dann bei einer Sollgeschwindigkeit der Banknote von 1.000 für die außen laufenden Riemen 10, 12 eine Geschwindigkeit von 1.035 und für die innen laufenden Riemen 20, 22, 24 eine Geschwindigkeit von 0.965. Aufgrund dieser Maßnahmen werden die Banknoten in allen Umschlingungsbereichen mit der konstanten Geschwindigkeit von 1.000 befördert.

Wie erwähnt, dienen die innen laufenden Riemen 20, 22, 24 lediglich dem Abstützen des Transportgutes. Sie lassen sich daher, wie Fig. 10 zeigt, durch eine zwischen den einzelnen Umlenkrollen liegende glatte Leitplatte 40 ersetzen, welche, beispielsweise bestehend aus Glas, die gesamte Banknotenbreite für optische Prüfungen zugänglich macht.

Die experimentelle Ermittlung der prozentualen Zurücksetzung kann so erfolgen, daß in einer Versuchsanordnung Transportrollen unterschiedlichen Durchmessers eingesetzt werden. Die Riemenführung um die Umlenkrollen kann bezüglich des ablauf-

...

030050/0432

fenden oder zulaufenden oder beider Trums verstellbar sein, so daß Umschlingungswege von $\alpha = 0$ bis $\alpha = 90^\circ$ gewählt werden können. In das zulaufende Trum wird ein Blatt eingelegt und auf dem außen um die Rolle herumlaufenden Riemen eine mit der Vorderkante des Blattes korrespondierende Markierung angebracht (s. dazu auch Fig. 4a, 4b). Nach Durchlaufen der Länge "S" des Blattes durch den Umschlingungsbereich wird die Zurücksetzung Δs gemessen, d. h. der Abstand der Markierung auf dem Transportriemen zur Vorderkante des Blattes. Die prozentuale Zurücksetzung der Innenfaser bzw. des Blattes beim Durchlaufen der Umschlingungsführung gegenüber der neutralen Faser des oben auflaufenden Treibriemens errechnet sich dann nach der schon genannten Beziehung:

$$z [\%] = \frac{\Delta s}{s} \cdot 100$$

Die Geschwindigkeit des Durchlaufs des Blattes spielt keine wesentliche Rolle, die Anordnung kann daher beispielsweise mit einer Handkurbel angetrieben werden.

Der Umschlingungswinkel α wird nun so lange geändert, bis sich für die Umlenkrolle vorgegebenen Durchmessers die gewünschte Zurücksetzung ergibt. Dieser Umschlingungswinkel muß nachfolgend beim Einbau der Umlenkrolle in die Transportvorrichtung beachtet werden.

...

030050/0432

BAD ORIGINAL

Die Anwendung der erfindungsgemäßen Lehre hat die Konsequenz, daß nicht, wie bisher, die Streckenführung des Transportsystems so ausgelegt wird, daß sie das Blattgut an bestimmten fest positionierten Funktionseinheiten vorbeiführt, vielmehr genießt nun das Transportsystem eindeutige Priorität, d. h. abhängig von den sich dabei ergebenden Notwendigkeiten sind die für eine Bearbeitung des Blattgutes notwendigen Funktionseinheiten zu konzipieren und zu positionieren. Diese Umkehrung der bisherigen Praxis ist die Voraussetzung für den Transport des Blattgutes mit konstanter Geschwindigkeit.

-23-
Leerseite

- 27 -
2923148

Nummer: 29 23 148
Int. Cl. 2: B 65 H 5/02
Anmeldetag: 7. Juni 1979
Offenlegungstag: 11. Dezember 1980

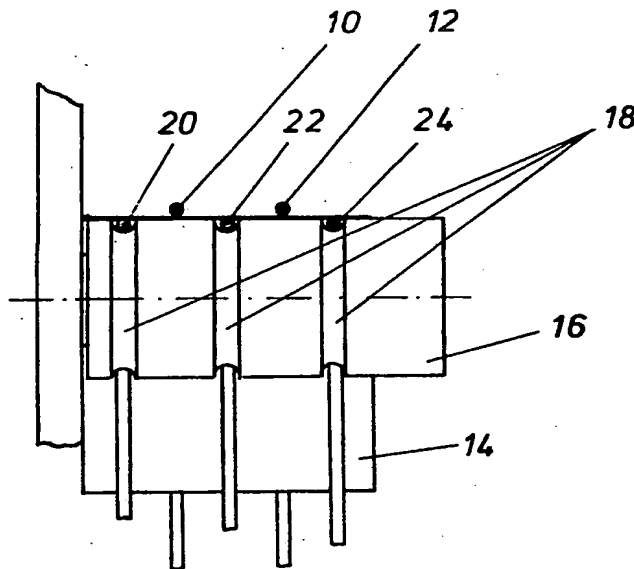


Fig. 1

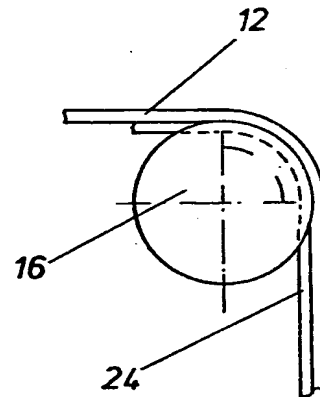


Fig. 2

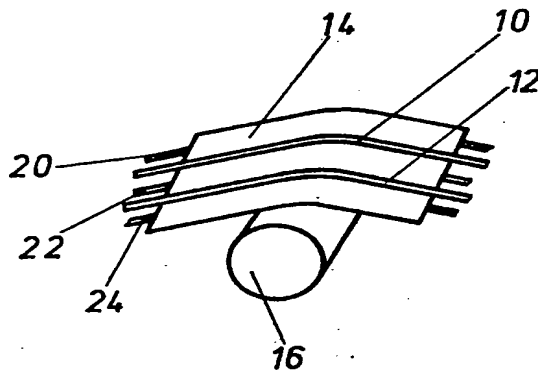
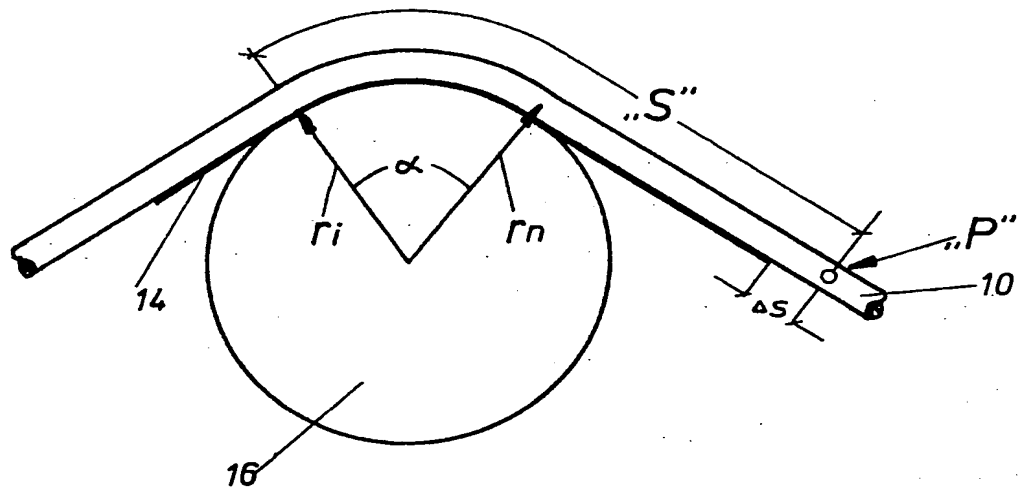
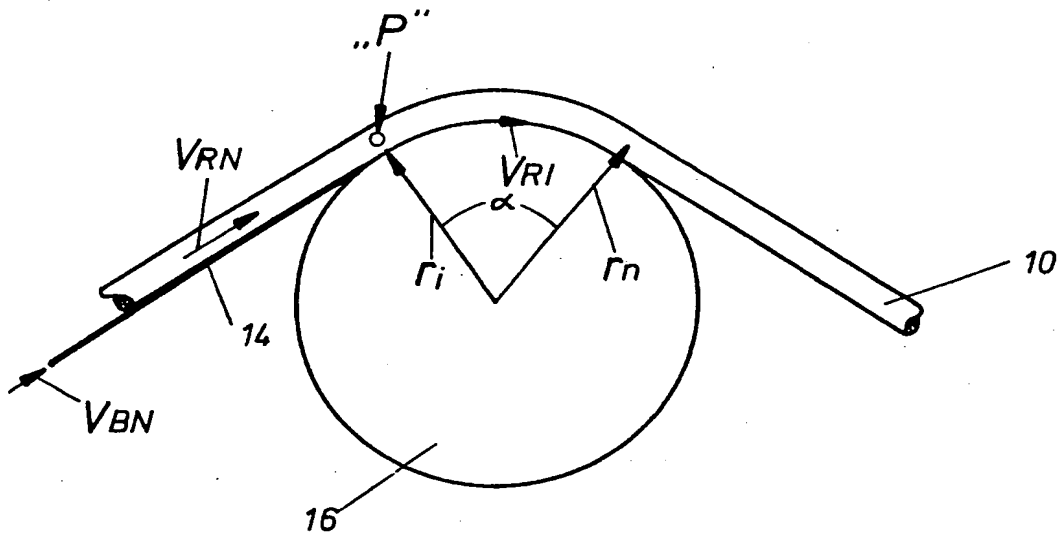


Fig. 3

030050/0432



NACHGERECHT

-25-

2923148

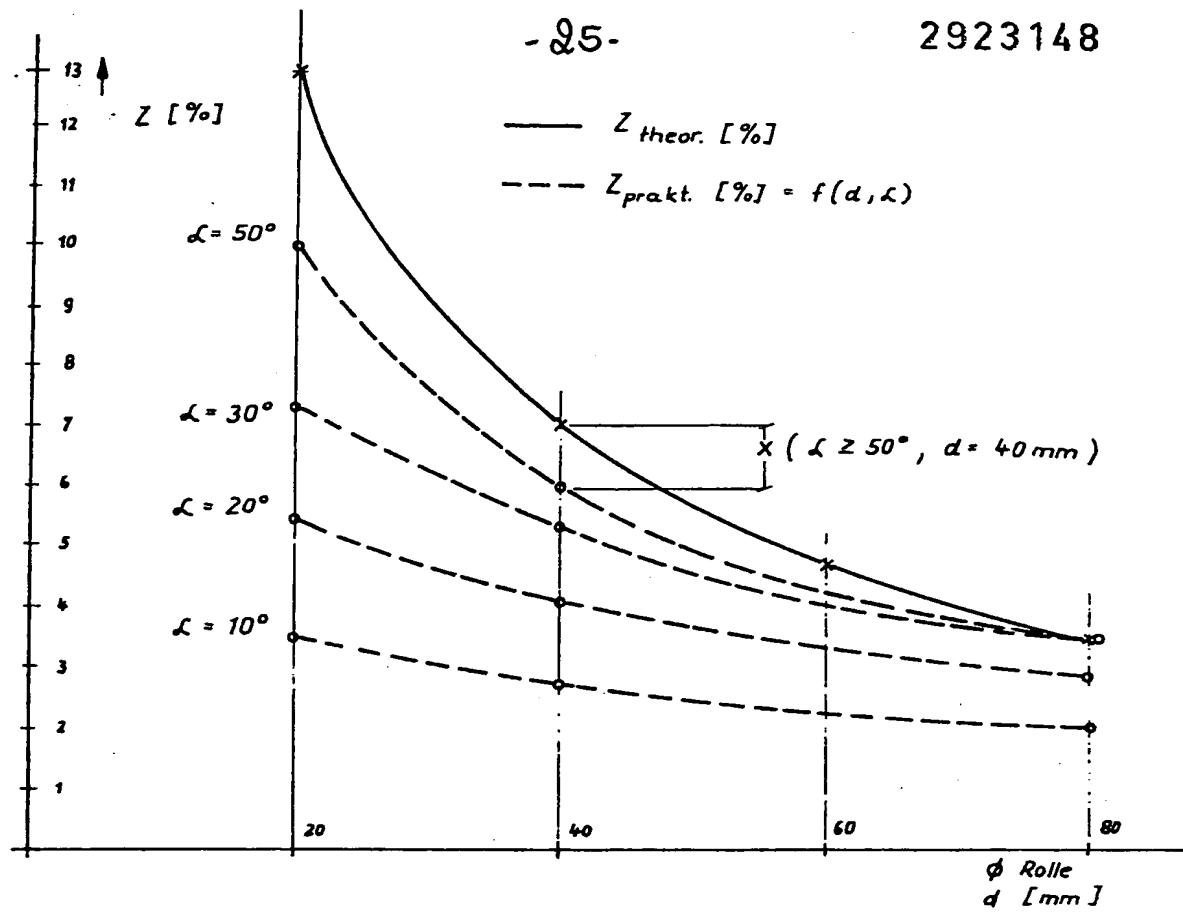


Fig. 5

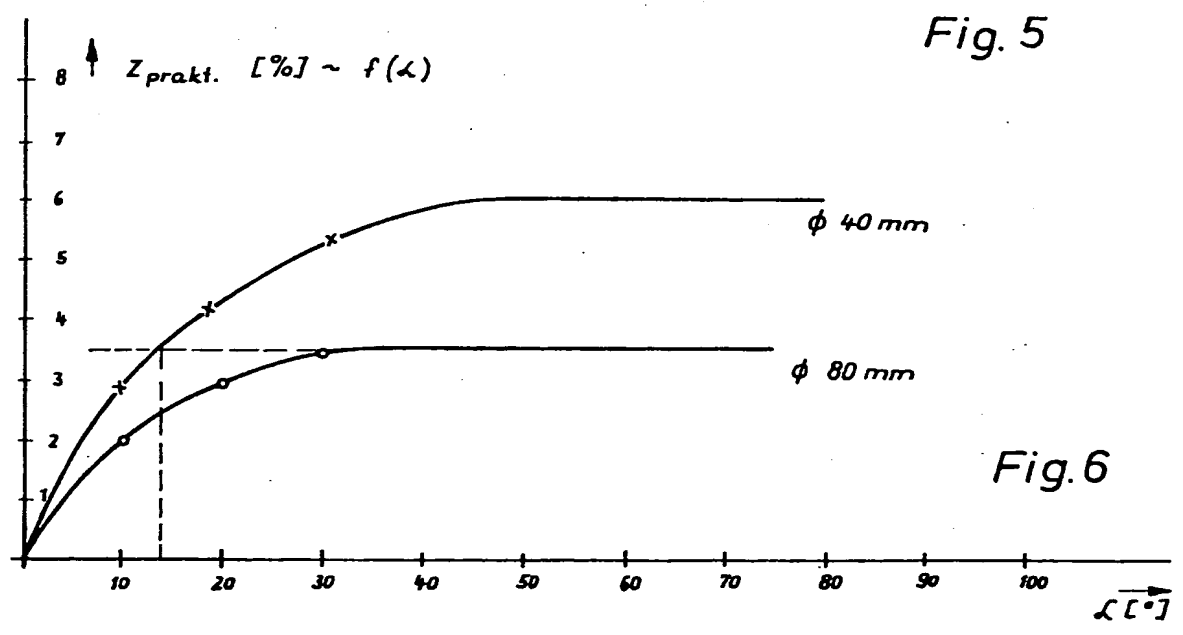


Fig. 6

030050/0432

NACHGEREICHT

-26-

2923148

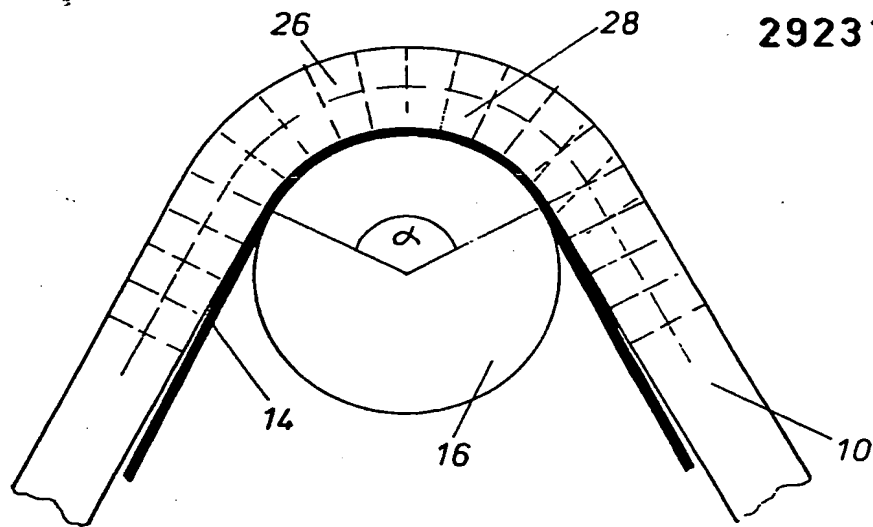


Fig. 7

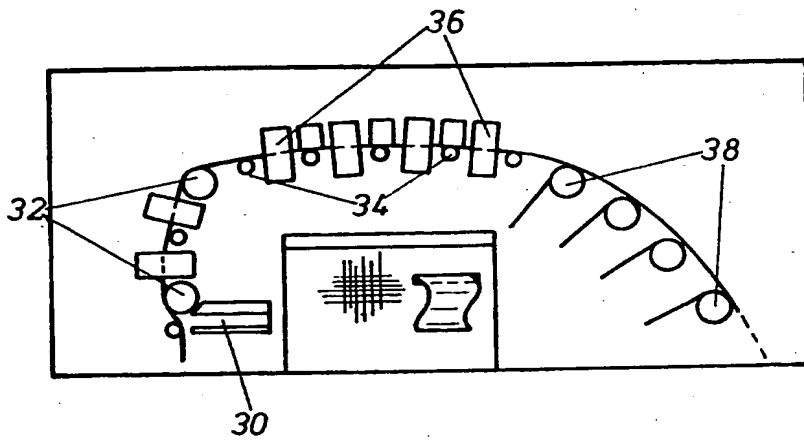


Fig. 8

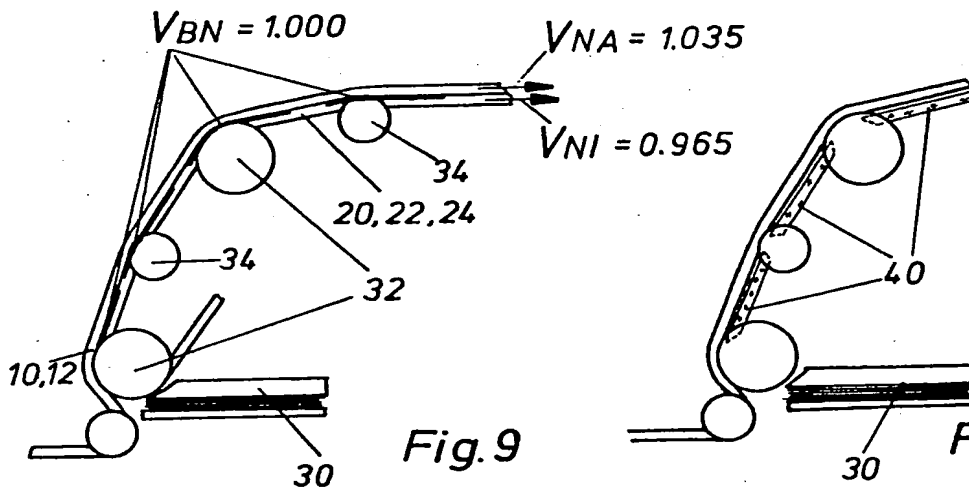


Fig. 9

Fig. 10

030050/0432